

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑪ **DE 39 10 166 A 1**

⑤① Int. Cl. 5:
G 02 B 6/32
G 02 B 6/42
H 04 B 10/02

②① Aktenzeichen: P 39 10 166.5
②② Anmeldetag: 29. 3. 89
④③ Offenlegungstag: 11. 10. 90

DE 39 10 166 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

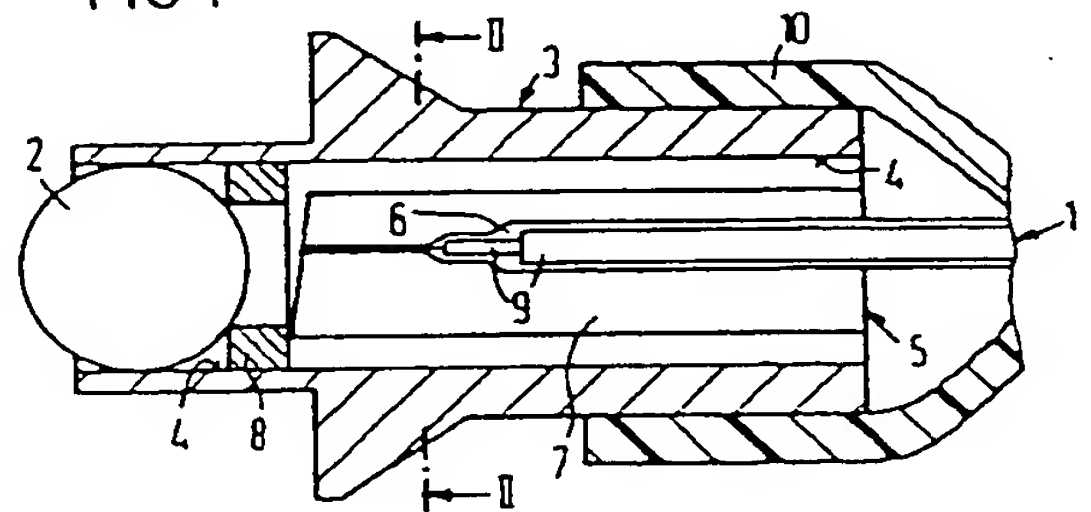
⑦② Erfinder:
Haltenorth, Helmut, Dr.; Frenkel, Ferdinand, Dr.,
8000 München, DE

⑤④ **Optische Koppelvorrichtung und Verfahren zu deren Herstellung**

Bei einer Vorrichtung zum optischen Koppeln eines Lichtwellenleiters (1) mit einer Linse (2), die zu dem Lichtwellenleiter (1) in einer bestimmten räumlichen Relation justiert und fixiert ist, der in einem Metallrohr (3) geführt und fixiert ist, soll mit geringem Aufwand eine genaue Justage und Befestigung von Linse (2) und Lichtwellenleiter (1) erreicht werden. Das Metallrohr (3) weist als justierendes und fixierendes Grundelement einen präzise kalibrierten Innenzylinder (4) auf, und in den Innenzylinder (4) des Metallrohres (3) sind die Linse (2) durch Preßsitz hermetisch dicht und der in einem Steckstiftelelement (5) präzise geführte Lichtwellenleiter (1) justiert eingefügt und fixiert.

Hauptanwendungsgebiet: Bidirektionale Lichtwellenleiter-Sende- und -Empfangsmodule und unidirektionale LWL-Sende- oder -Empfangsmodule.

FIG 1



DE 39 10 166 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum optischen Koppeln nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zu deren Herstellung nach Anspruch 12.

Bei Lichtwellenleiter-Sende- und Empfangsbauelementen, z. B. bei bidirektionalen Lichtwellenleiter-Sende- und Empfangsmodulen besteht das technische Problem, ein optoelektronisches Halbleiterbauelement (Lichtsender oder Lichtempfänger) in Freistrahloptik an einen Lichtwellenleiter in der gewünschten Weise optisch anzukoppeln.

Zu diesem Zweck muß eine exakte Justierung eines Lichtwellenleiters in einer sogenannten Faser-Linse-Einheit vorgenommen werden. Eine solche Einheit besteht beispielsweise aus einem in einem Rohr fixierten single mode-Lichtwellenleiter und einer ebenfalls in einem Rohr fixierten Kugellinse.

Zum Erreichen der gewünschten optischen Eigenschaften einer solchen Vorrichtung muß die Linse in einer bestimmten räumlichen Relation zu dem Lichtwellenleiter fixiert und justiert sein. Dabei kann es erforderlich sein, daß beispielsweise die optischen Achsen der Linse und des Lichtwellenleiters eine von der achskongruenten Lage abweichende Lage aufweisen müssen. Beispielsweise können die optischen Achsen der Elemente gegeneinander versetzt sein, falls z. B. die Rückwirkung des von der Vorrichtung reflektierten Lichtes auf ein zu koppelndes optoelektronisches Halbleiterbauelement, z. B. eine Laserdiode, verringert werden soll.

In der älteren deutschen Patentanmeldung P 38 10 938.7 ist eine hermetisch dichte Lichtleitfaser-Linsen-Anordnung, insbesondere für optoelektronische Module, vorgeschlagen, bei der eine Linse und ein Lichtwellenleiter in x-, y- und z-Richtung genau justiert werden, so daß das aus dem Lichtwellenleiter austretende Licht in einem definierten Brennpunkt auf der optischen Achse fokussiert wird. Der Brennpunkt kann beispielsweise auch im Unendlichen liegen. Die Faser-Linse-Einheit produziert dann einen Parallelstrahl. Da der optische Strahlengang umkehrbar ist, läßt sich mit der justierten Faser-Linse-Baueinheit ebenso Licht aus dem Brennpunkt in den Lichtwellenleiter abbilden. Nach der Justage werden das die Faser führende Metallrohr und das die Linse haltende Metallrohr über ein Zwischenstück in der eingestellten Position zueinander z. B. durch Punktschweißen fixiert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art eine genaue Justage und Befestigung von Lichtwellenleiter und Linse mit möglichst geringem Herstelleraufwand zu erreichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zum optischen Koppeln mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen bzw. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand zusätzlicher Ansprüche.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß — statt die Linse und den Lichtwellenleiter einzeln in kurzen Rohren zu fassen und mit einem Zwischenstück justiert miteinander zu verbinden — bei der hier vorgeschlagenen Vorrichtung das justierende Grundelement ein präzise kalibrierter Innenzylinder in einem Rohr bzw. Rohrflanschteil ist. Dieser Innenzylinder läßt sich auf Mikrometer genau in einem Kugel-

preßverfahren mit Hartmetallpräzisionskugeln kalibrieren. In diesen genau kalibrierten Innenzylinder werden nun nacheinander folgende Teile justiert, und zwar durch bloßes Einpressen oder Einschieben:

- die Linse, vorzugsweise eine Kugellinse mit einem μm -genauen Durchmesser. Bei definiertem Durchmesserübermaß gegenüber dem Innenzylinderdurchmesser des Rohres ergibt sich dabei ein hermetisch dichter Preßsitz der Kugellinse,
- gegebenenfalls eine Distanzscheibe, deren Dicke μm -genau ist und die zweckmäßig auf Anschlag auf die Kugellinse eingefügt ist,
- das Steckstiftelement, das vorzugsweise aus zwei Siliziumhalbschalen besteht.

Der in die Siliziumhalbschalen gefaßte und an der Stirnfläche polierte Lichtwellenleiter wird dabei im Innenzylinder in der gewünschten Lage justiert und fixiert. In die Siliziumhalbschalen lassen sich verschieden tiefe V-Rillen für die Aufnahme des nackten Lichtwellenleiters bzw. der verschieden starken Kunststoffhüllschichten des Lichtwellenleiters in einem photolithographischen Verfahren in μm -Genauigkeit ätzen. Die mit V-Rillen ausgestatteten Siliziumwafer lassen sich ihrerseits mit Wafersägen in μm -Genauigkeit relativ zu den V-Rillen vereinzeln. In zwei zusammengeklappte V-Rillen-Halbschalen lassen sich nun zumindest teilweise von der Kunststoffhülle befreite, "abisolierte" bzw. nackte Lichtwellenleiter einfügen und fixieren und an den Stirnflächen abpolieren. Man erhält so ein aus Silizium bestehendes Steckstiftelement mit rechteckigem oder quadratischem Querschnitt, in dessen V-Rillen bzw. Nuten der Lichtwellenleiter sehr genau zu den Außenkanten positioniert ist.

Als Alternative für die Positionierung des Lichtwellenleiters in den Siliziumhalbschalen kann ein metallischer Steckstift mit einem präzise gedrehten Außendurchmesser und einer ebenso präzisen Bohrung zur Aufnahme des Lichtwellenleiters bzw. der Faser vorgesehen sein. Des weiteren kann es zweckmäßig sein, daß an Stelle der Siliziumhalbschalen präzise Spritzgußteile die Positionierung des Lichtwellenleiters bzw. der Lichtleitfaser übernehmen.

Nach dem Zusammenfügen der Einzelteile im Metallrohr bzw. Rohrflanschteil erhält man bei richtigen bzw. exakt vorgegebenen Abmessungen der Einzelkomponenten eine μm -genau justierte optische Koppelvorrichtung bzw. Faser-Linse-Baueinheit mit den gewünschten bzw. vorgegebenen optischen Eigenschaften.

Auf die gleiche Art und Weise kann man einen Lichtwellenleiter in eine Lichtwellenleiter-Steckerstifthülse justieren, wenn man den vorzugsweise in Siliziumhalbschalen gefaßten Lichtwellenleiter in den präzise kalibrierten Innenzylinder der Steckerhülse einschiebt und fixiert.

Der besondere Vorteil dieser Justierung in reiner Fügetechnik liegt in dem wesentlich geringeren Herstellungsaufwand für die optische Koppelvorrichtung gegenüber der eingangs beschriebenen älteren hermetisch dichten Lichtleitfaser-Linsen-Anordnung, bei der drei Teile einzeln zueinander justiert und fixiert werden müssen.

Anhand eines in den Figuren der Zeichnung dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiels wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße optische Koppelvor-

richtung im Längsschnitt und

Fig. 2 einen Schnitt längs der Linie II-II der Fig. 1.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellte optische Koppelvorrichtung besteht im wesentlichen aus dem Metallrohr 3, in diesem Ausführungsbeispiel in Form eines Rohrflanschteiles, das als justierendes und fixierendes Grundelement einen präzise kalibrierten Innenzylinder 4 aufweist. In den Innenzylinder 4 des Metallrohres 3 ist eine Linse 2, in diesem Beispiel eine Kugellinse, durch Preßsitz hermetisch dicht eingefügt. Der Lichtwellenleiter 1 ist in dem Steckstiftelement 5 präzise geführt. Das Steckstiftelement 5 besteht aus zwei Festkörperhalbschalen 7 aus Silizium, die zur Führung des Lichtwellenleiters jeweils mit einer V-Nut 6 versehen sind. Zwischen die Kugellinse 2 und das Steckstiftelement 5 ist in diesem Ausführungsbeispiel eine Distanzscheibe 8 präziser Dicke auf Anschlag mit der Kugellinse 2 eingefügt. Der in Siliziumhalbschalen 7 gefaßte und an der Stirnfläche polierte Lichtwellenleiter 1 wird an die Distanzscheibe 8 gepreßt und fixiert. Als Lichtwellenleiter 1 wird in diesem Beispiel eine SM (single mode)-Faser verwendet. Das in diesem Ausführungsbeispiel aus zwei Siliziumhalbschalen 7 zusammengesetzte Steckstiftelement 5 weist einen rechteckförmigen Querschnitt auf und die V-Nut 6 ist in die jeweilige Halbschale 7 so eingeztzt, daß die optische Achse des in der Nut 6 geführten Lichtwellenleiters 1 zur optischen Achse der Kugellinse 2 bzw. des Innenzylinders 4 vertikal versetzt ist. Eine solche räumliche Relation von Lichtwellenleiter 1 und Linse 2 ist insbesondere dann erwünscht, wenn z. B. störende Rückreflexionen von in den Lichtwellenleiter 1 einzukoppelndem Licht, das z. B. von einer Laserdiode als Lichtsender herrührt und deren Stabilität bzw. Emissionsverhalten negativ beeinflussen könnte, vermieden werden sollen. Zu diesem Zweck weist auch die Stirnfläche des Steckstiftelements 5 eine bestimmte Schräge auf. In diesem Beispiel ist der Lichtwellenleiter 1 in seinem der Linse 2 zugewandten Teil von der äußeren Schutzhülle 9 bzw. der Kunststoffumhüllung völlig befreit und in weiteren Verlauf zumindest teilweise. Die jeweilige in die Halbschalen 7 eingebrachte Nut 6 ist der äußeren Form des Lichtwellenleiters 1 bzw. dessen äußerer Schutzhülle 9 entsprechend angepaßt. Die in diesem Beispiel V-förmige Nut weist daher eine entsprechende Abstufung auf. An dem der zur Lichteinkopplung bzw. Lichtauskopplung verwendeten Kugellinse 2 gegenüberliegenden Teil des als Rohrflanschteil ausgebildeten Metallrohres 3 ist ein Schrumpfschlauch 10 angebracht, der als Knickschutz und zur Zugentlastung den mit einer Kunststoffumhüllung 9 versehenen hochempfindlichen Lichtwellenleiter 1 umschließt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum optischen Koppeln eines Lichtwellenleiters mit einer Linse, die zu dem Lichtwellenleiter in einer bestimmten räumlichen Relation justiert und fixiert ist, der in einem Metallrohr geführt und fixiert ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Metallrohr (3) als justierendes und fixierendes Grundelement einen präzise kalibrierten Innenzylinder (4) aufweist, und daß in den Innenzylinder (4) des Metallrohres (3) die Linse (2) durch Preßsitz hermetisch dicht und der in einem Steckstiftelement (5) präzise geführte Lichtwellenleiter (1) justiert eingefügt und fixiert sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Linse (2) eine Kugellinse ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die Linse (2) und das Steckstiftelement (5) eine Distanzscheibe (8) präziser Dicke auf Anschlag eingefügt ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Steckstiftelement (5) aus zwei mit jeweils einer Nut (6) zur Führung des Lichtwellenleiters (1) versehenen Festkörperhalbschalen (7) gebildet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Festkörperhalbschalen (7) aus Silizium bestehen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Festkörperhalbschalen (7) präzise Spritzgußteile sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Steckstiftelement (5) ein metallischer Steckstift mit präzisiertem Außendurchmesser ist, der eine präzise Innenbohrung zur Führung des Lichtwellenleiters (1) aufweist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrung oder Nut (6) zur Führung des Lichtwellenleiters (1) im Steckstiftelement (5) konzentrisch oder exzentrisch zur Achse des Metallrohres (3) verläuft.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (1) zumindest in seinem der Linse (2) zugewandten Teil ohne äußere Schutzhülle (9) im Steckstiftelement (5) mit entsprechend angepaßter Bohrung oder Nut (6) geführt ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallrohr (3) als Rohrflanschteil ausgebildet ist und zum Befestigen der Anordnung an einem bidirektionalen Lichtwellenleiter-Sende- und Empfangsmodul oder einem unidirektionalen Lichtwellenleiter-Sende- oder Empfangsmodul dient.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallrohr (3) als Steckerstifthülse ausgebildet ist.
12. Verfahren zum Herstellen einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenzylinder (4) eines Metallrohres (3) als justierendes und fixierendes Grundelement in einem Kugeldurchpreßverfahren mit Hartmetallpräzisionskugeln präzise kalibriert wird, daß in den Innenzylinder (4) des Metallrohres (3) die Linse (2) hermetisch dicht eingepreßt und damit gleichzeitig justiert wird, und daß dann das Steckstiftelement (5) mit dem in einer vorgegebenen Lage präzise geführten Lichtwellenleiter (1) in das Metallrohr (3) eingefügt, justiert und fixiert wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

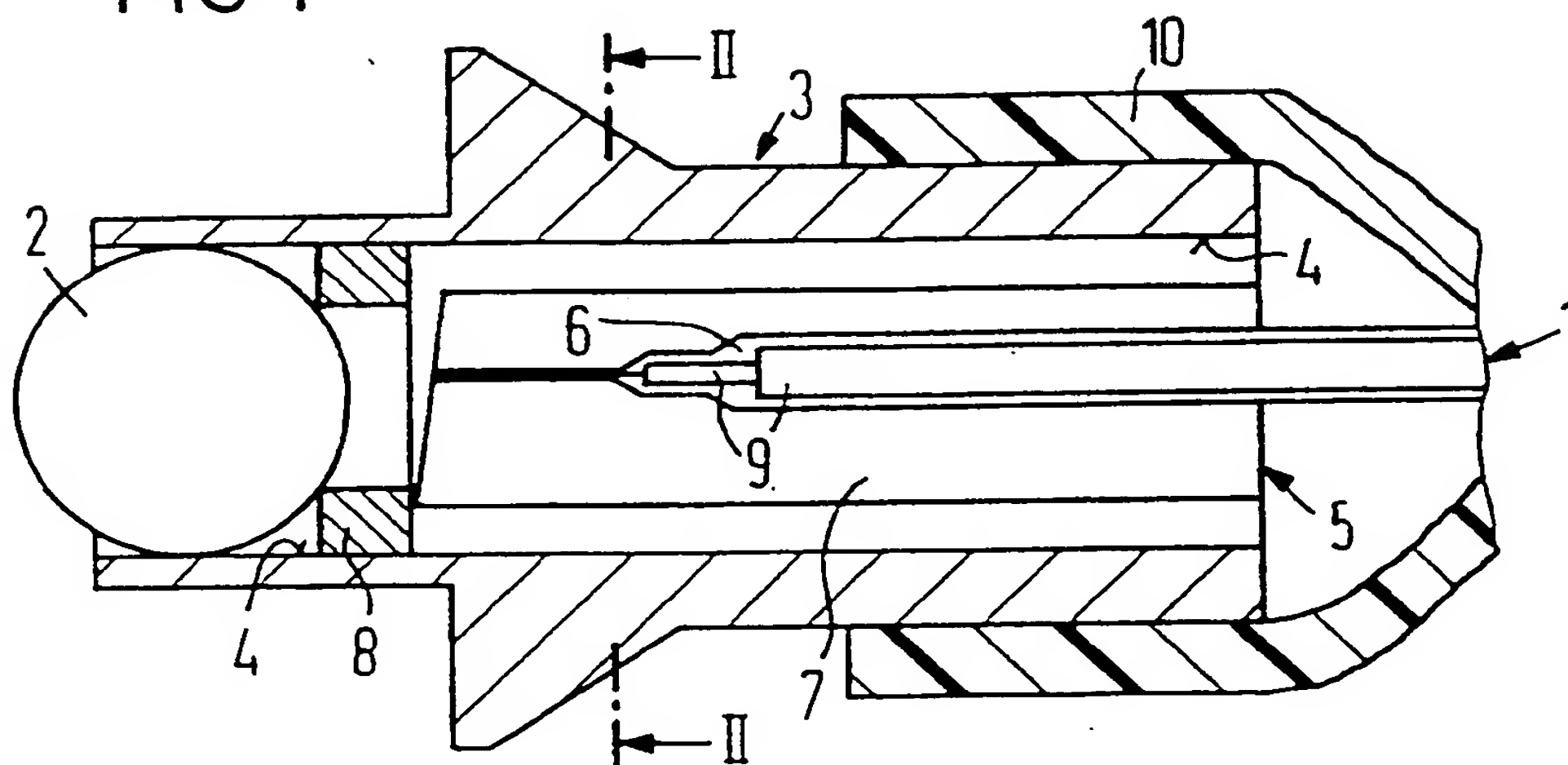


FIG 2

